



Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T +31 346 35 62 11
F +31 346 35 39 77
Info-DenV@tno.nl

TNO-rapport

TNO-DV 2008 A188

**Bepaling referentiewaarden voor
ergonomie en warmtebelasting van
lichtgewicht bommenpakken**

Datum	mei 2008
Auteur(s)	ing. J.A. Kistemaker
Rubricering rapport	Ongerubriceerd
Vastgesteld door	drs. H. Jager
Vastgesteld d.d.	22 april 2008
Titel	Ongerubriceerd
Managementuittreksel	Ongerubriceerd
Samenvatting	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd
Bijlage	Ongerubriceerd
Exemplaarnummer	7
Oplage	11
Aantal pagina's	28 (incl. bijlage, excl. RDP & distributielijst)
Aantal bijlagen	1

20080917050

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2008 TNO

AQ F08-12-11340

Bepaling referentiewaarden voor ergonomie en warmtebelasting van lichtgewicht bommenpakken

Ergonomie en warmtebelasting van lichte bommenpakken bij 30 °C.



Probleemstelling

Het KPU-bedrijf heeft in 2004 lichtgewicht bommenpakken aangeschaft die vooral door de mineurs gebruikt worden.

Bij de aanbesteding konden geen eisen ten aanzien van ergonomie worden gesteld, omdat de ergonomie van lichtgewicht bommenpakken in de afgelopen jaren niet volgens een vast protocol is beproefd.

Bij toekomstige aanschaf van nieuwe lichte bommenpakken zou het KPU-bedrijf graag eisen ten aanzien van ergonomie en warmtebelasting willen stellen. TNO is gevraagd geschikte ergonomie- en warmtebelastingtests vast te stellen en referentiewaarden te bepalen door het uitvoeren van een drietal testseries. Dit rapport behandelt de derde serie tests om referentiewaarden van ergonomie- en warmtebelastingtests vast te stellen.

Beschrijving van de werkzaamheden

Door 26 proefpersonen zijn de lichte bommenpakken getest in een klimaatkamer van 42 °C en een luchtvochtigheid van 30%. De bewegingsbeperking is met een aantal tests gemeten en de proefpersonen hebben gedurende een half uur gesimuleerde werkzaamheden van de mineurs uitgevoerd. Daarbij zijn enkele fysiologische gegevens gemeten om onder andere de warmtebelasting te kunnen bepalen.

Resultaten en conclusies

Met de resultaten van de ergonomie- en warmtebelastingtests worden aanbevelingen gedaan voor eisen en wensen aan de beweeglijkheid en de warmteopslag van

nieuw aan te schaffen lichtgewicht bommenpakken.

Toepasbaarheid

Met de resultaten van de derde serie ergonomie- en warmtebelastingtests zijn de definitieve referentiewaarden voor ergonomie en warmtebelasting van lichte bommenpakken vastgelegd.

De referentiewaarden kunnen bij toekomstige aanschaf van lichtgewicht bommenpakken worden meegenomen bij het opstellen van eisen en wensen aan het lichtgewicht bommenpak.

PROGRAMMA	PROJECT
Programmabegeleider -	Projectbegeleider R. Gunters, KPU-bedrijf
Programmaleider -	Projectleider ing. J.A. Kistemaker, TNO Defensie en Veiligheid
Programmatitel -	Projecttitel Ontwikkeling ergonomische testen lichtgewicht bommenpakken
Programmanummer -	Projectnummer 013.14457.01.01
Programmaplanning -	Projectplanning Start november 2004 Gereed september 2007
Frequentie van overleg Met de projectbegeleider werd 3 maal gesproken over de invulling en de voortgang van het onderzoek.	Projectteam ing. J.A. Kistemaker M. de Vries M.G.M. Weghorst

Contact en rapportinformatie

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

T +31 346 35 62 11
F +31 346 35 39 77

Info-DenV@tno.nl

TNO-rapportnummer
TNO-DV 2008 A188

Opdrachtnummer
-

Datum
mei 2008

Auteur(s)
ing. J.A. Kistemaker

Rubricering rapport
Ongerubriceerd

Inhoudsopgave

	Managementuittreksel	2
1	Inleiding.....	5
2	Materialen en meetmethoden	6
2.1	Werkzaamheden mineurs	6
2.2	Bewegingbeperkingtests	8
2.3	Algemene test	11
2.4	Metingen.....	11
2.5	Vragenlijst	12
2.6	Proefpersonen	12
2.7	Kleding	12
2.8	Protocol	12
2.9	Analyses	13
3	Resultaten	14
3.1	Gesimuleerde werktaken.....	14
3.2	Bewegingbeperkingtests	19
3.3	Algemene test	19
4	Discussie	21
4.1	Eisen en wensen bewegingbeperking	21
4.2	Eisen en wensen warmteopslag	23
5	Conclusies en aanbevelingen	25
6	Referenties.....	26
7	Ondertekening	27
	Bijlage	
	A LEO-schaal	

1 Inleiding

Het KPU-bedrijf heeft in 2004 lichtgewicht bommenpakken (Med-Eng LDE) aangeschaft. De lichte bommenpakken worden gedragen door de mineurs van de genie (KL) en zullen ook door de medewerkers van de explosieve opruimingsdienst (EOD) van de KL en de KLu gebruikt gaan worden. De lichte bommenpakken zijn lichter in gewicht dan de zware bommenpakken (± 20 kg vs. ± 35 kg), maar bieden minder bescherming.

Het zware bommenpak biedt bescherming tegen zwaardere typen explosieven en het beschermt het volledige lichaam. Het type werkzaamheden dat in een licht en een zwaar bommenpak kan worden verricht verschilt dan ook van elkaar. Het zware bommenpak wordt over het algemeen gedragen als een ongeïdentificeerd explosief is gevonden dat verplaatst of onklaar gemaakt moet worden. In de andere gevallen (bijvoorbeeld het opsporen van explosieven) wordt over het algemeen het lichte bommenpak gedragen.

De ergonomie van lichte bommenpakken is in de afgelopen jaren niet volgens een vast protocol beproefd, waardoor er bij de aanbesteding geen eisen ten aanzien van ergonomie konden worden opgegeven. Het KPU-bedrijf heeft TNO gevraagd om ergonomietests en warmtebelastingtests vast te stellen en uit te voeren met de nieuw aangeschafte lichte bommenpakken, zodat referentiewaarden ten aanzien van ergonomie kunnen worden bepaald. Bij toekomstige aanschaf van nieuwe lichte bommenpakken zijn dan eisen aan ergonomie en warmtebelasting te stellen.

Binnen dit project zullen meerdere series tests worden uitgevoerd om tot definitieve ergonomie- en warmtebelastingtests te komen en om referentiewaarden te kunnen bepalen. Met het KPU-bedrijf is afgesproken dat de eerste twee serie tests bedoeld zijn om de definitieve tests vast te leggen en dat daarna een derde serie tests wordt uitgevoerd met de definitieve tests om de referentiewaarden te bepalen. Van de eerste en tweede serie ergonomietests is een rapport verschenen (Kistemaker, 2006; Kistemaker, 2007) waarin de ergonomietests zijn vastgesteld. Dit rapport behandelt de vastlegging van de referentiewaarden met de definitieve tests voor ergonomie en warmtebelasting van lichtgewicht bommenpakken.

2 Materialen en meetmethoden

Uit de eerste serie ergonometests kon geconcludeerd worden dat de meeste uitgevoerde ergonometests goed geschikt zijn om referentiewaarden van de ergonomie van de lichte bommenpakken te bepalen. Op enkele punten zijn bij de tweede serie tests aanpassingen of verbeteringen doorgevoerd en is de warmtebelasting bepaald bij 30 °C. Uit de tweede serie tests kwam naar voren dat onder de geteste omstandigheden een temperatuur van 30 °C nauwelijks warmtebelasting geeft. In deze laatste serie tests zullen de ergonomie- en warmtebelastingtests opnieuw worden uitgevoerd, maar door een grotere groep proefpersonen en de warmtebelasting zal bij een hogere temperatuur worden gemeten. Door middel van modelberekeningen met THDYN is een nieuw klimaat berekend. Hieronder volgt een beschrijving van de uitgevoerde tests.

2.1 Werkzaamheden mineurs

Om tests op te stellen die aansluiten bij het werkelijke gebruik van de lichte bommenpakken zijn tijdens een overleg met de mineurs bij het GOCMINS (genie opleidingscentrum mineurs) de voornaamste werkzaamheden besproken die men uitvoert met de lichte bommenpakken. Over het algemeen zijn de mineurs actief in het buitenland. Hun taak is het vrij maken van een weg van explosieven voor doorgang van voertuigen en personeel. Bij een verkenning van een route lopen er drie à vier verkenners achter elkaar op elk 25 meter afstand van elkaar. De eerste draagt het bommenpak en speurt de route af naar op de grond liggende en/of ingegraven mijnen en de aanwezigheid van struikeldraden. De tweede en derde verkenners dragen alleen een scherfwerend vest en verkennen beide een zijde van de route. De verkenners gebruiken een munitieprikstok en een schepje om de grond te onderzoeken en een spuitbus om een explosief te markeren. Dit doen ze gehurkt of liggend. Men draagt het pak nooit langer dan 30 minuten, omdat het risico op concentratieverlies daarna toeneemt.

De belangrijkste werkzaamheden van de mineurs worden bij de ergonometests gesimuleerd door onder andere gebruik te maken van een lopende band en een Worksimulator. Met de Worksimulator kunnen verschillende arm- en beenbewegingen worden gesimuleerd en repeterend worden uitgevoerd. De gesimuleerde werkzaamheden zijn:

- wandelen;
- prikken met een munitieprikstok;
- markeren van een explosief met een spuitbus en
- wegscheppen van de grond.

In de praktijk worden de lichte bommenpakken nooit langer dan 30 minuten gedragen en zal de fysieke inspanning laag zijn.

Het wandelen is gesimuleerd door proefpersonen driemaal vier minuten op de lopende band te laten lopen (3 km/uur).

De werkzaamheden met een munitieprikstok zijn gesimuleerd door proefpersonen te laten prikken met een stok die via een elastiek aan een vast punt bevestigd zat.

De proefpersoon lag op de buik en tikte vier minuten met de stok op vastgestelde plaatsen op de grond, waarbij de stok werd vastgehouden als een steekmes (figuur 1).

Door het elastiek moest er lichte kracht worden geleverd om met de stok op de grond te tikken.



Figuur 1 Simulatie van het prikken met een munitieprikstok.

Het markeren van een explosief met een spuitbus is gesimuleerd door met de rechter hand een wiel, bevestigd op de Worksimulator, rond te draaien. De proefpersoon zat geknield op één knie en voerde de taak vier minuten uit. Aan het wiel zat een staaf bevestigd, die net zo werd vastgehouden als een spuitbus (figuur 2). De Worksimulator was zo ingesteld dat lichte kracht moest worden geleverd om het wiel rond te kunnen draaien.



Figuur 2 Simulatie van het markeren van een explosief met een spuitbus.

Het scheppen werd gesimuleerd door vier minuten met een schepje houten blokjes op te pakken en boven een bak om te keren (figuur 3). Het gewicht van de blokjes was zo dat lichte kracht moesten worden geleverd om de blokjes te tillen.



Figuur 3 Simulatie van het scheppen.

2.2 Bewegingsbeperkingtests

De belemmeringen die de lichte bommenpakken kunnen geven bij bewegingen worden gemeten met de volgende bewegingsbeperkingtests: sit-and-reach, stand-and-reach, abductie van de armen, anteflexie van de armen en beperking van zicht.

Bij de sit-and-reach test komt een eventuele belemmering bij het voorover buigen naar voren. De proefpersoon zit op de grond met de benen en armen gestrekt naar voren. Daarbij wordt de afstand tussen de tenen en de vingers gemeten (figuur 4). Als het pak een beperking in de beweging geeft kan men de vingers minder ver reiken in vergelijking met een situatie zonder belemmerende kleding.



Figuur 4 De sit-and-reach test.

Ook bij de stand-and-reach test komt een eventuele belemmering bij het voorover buigen naar voren. De proefpersoon staat met één gestrekt been op een vlakke ondergrond en met het andere been gebogen op de rand van een tafel en houdt de armen zo ver mogelijk gestrekt naar voren op tafel. Daarbij wordt de afstand vanaf de rand van de tafel tot aan de vingers gemeten (figuur 5). Als het pak een beperking in de beweging geeft kan men de vingers minder ver reiken in vergelijking met een situatie zonder belemmerende kleding.



Figuur 5 De stand-and-reach test.

Een eventuele bewegingsbeperking van de armen wordt gemeten door de gestrekte armen vanuit de zij zo ver mogelijk boven het hoofd te brengen en daarbij de hoek te meten tot waar de armen kunnen worden gebogen. De meting wordt eenmaal gedaan door de armen zijwaarts naar boven te bewegen (abductie) en eenmaal door de armen voorwaarts naar boven te bewegen (anteflexie). Dit wordt weergegeven in figuur 6 en figuur 7.



Figuur 6 De abductie test.



Figuur 7 De anteflexie test.

Door de kleding kan een beperking van het gezichtsveld ontstaan naar onder andere de grond. Dit kan een beperking bij het lopen en het afspeuren van de weg betekenen. Om deze beperking te meten is een lat tussen de voeten op de grond gelegd en is de afstand gemeten vanaf de hak van de voeten tot waar de lat voor de proefpersoon weer zichtbaar werd (figuur 8). Hoe minder beperking van het zicht hoe dichterbij kan worden waargenomen.



Figuur 8 De zicht test.

2.3 Algemene test

De aan- en uittrektijden worden gemeten om een indicatie te krijgen over de tijd die daarvoor nodig is. De pakken worden gewoonlijk aangetrokken met hulp van een collega. Bij het meten van de aan- en uittrektijden zijn de proefpersonen geholpen door een proefleider, waarbij de pakken zo snel mogelijk werden aangetrokken of zo snel mogelijk werden uitgetrokken. Voordat de aan- en uittrektijd werd gemeten, werd het bommenpak eerst eenmaal aan- en uitgetrokken, zodat de proefpersoon wist in welke volgorde en op welke wijze het pak werd aan- of uitgetrokken.

2.4 Metingen

De bewegingbeperkingtests zijn uitgevoerd in een neutraal klimaat van ongeveer 22 °C. Daarna werden de gesimuleerde werktaken uitgevoerd in een warme klimaatkamer met een temperatuur van 42 °C en een luchtvochtigheid van 30%.

Tijdens de tests in de klimaatkamer zijn vier huidtemperaturen (nek, rechter schouderblad, rechter scheenbeen, linker hand) en de rectaaltemperatuur gemeten.

De huidtemperaturen zijn iedere minuut gemeten met I-buttons (kleine draadloze temperatuursensoren) en de rectaaltemperatuur is iedere 15 seconden gemeten met een rectaalsensor (YSI).

De gemiddelde huidtemperatuur is berekend aan de hand van de volgende formule (ISO 9886, 2000):

$$T_{\text{huid}} = 0,28 * T_{\text{nek}} + 0,28 * T_{\text{schouderblad}} + 0,28 * T_{\text{scheenbeen}} + 0,16 * T_{\text{hand}}$$

T_{huid} = huidtemperatuur.

T_{nek} = temperatuur in de nek.

$T_{\text{schouderblad}}$ = temperatuur op het schouderblad.

$T_{\text{scheenbeen}}$ = temperatuur op het scheenbeen.

T_{hand} = temperatuur op de hand.

Verder is de hartslagfrequentie (HR) iedere 15 seconden gemeten met een Polar S810i hartslagmeter en is de zuurstofopname (VO_2) met een Oxycon Pro gemeten.

De warmteproductie is berekend met de volgende formule (Garby & Astrup, 1987):

$$M = (4940 * \text{RER} + 16040) * \text{VO}_2 / 60$$

M = warmteproductie (Watt).

RER = respiratoir quotiënt (kooldioxideafgifte gedeeld door de zuurstofopname).

VO_2 = zuurstofopname (liters per minuut).

De warmteopslag is berekend met de volgende formule:

$$S = (\delta T_b * \text{Massa}_{\text{pp}} * 3,49) / \delta t$$

S = warmteopslag (Watt).

δT_b = verschil in lichaamstemperatuur, waarbij $T_b = 0,9 * \text{rectaaltemperatuur} + 0,1 * \text{huidtemperatuur}$.

Massa_{pp} = gewicht proefpersoon (gram).

δt = meetperiode (seconde).

2.5 Vragenlijst

Na afloop van het uitvoeren van de tests is de proefpersonen gevraagd om de mate van fysiek ervaren last door het dragen van het pak aan te geven volgens de LEO-schaal (zie bijlage A). Op de LEO-schaal staat een lichaam afgebeeld dat is opgedeeld in gebieden. Per gebied kan volgens een schaal worden aangegeven of en hoeveel last ze hebben.

2.6 Proefpersonen

Aan de tests hebben 26 mannelijke proefpersonen deelgenomen. De proefpersonen komen uit het TNO proefpersonenbestand en hebben geen ervaring met het dragen van bommenpakken. Hun gemiddelde leeftijd was 25 jaar en lag tussen de 18 en de 44 jaar. De proefpersonen pasten in maat L van het bommenpak.

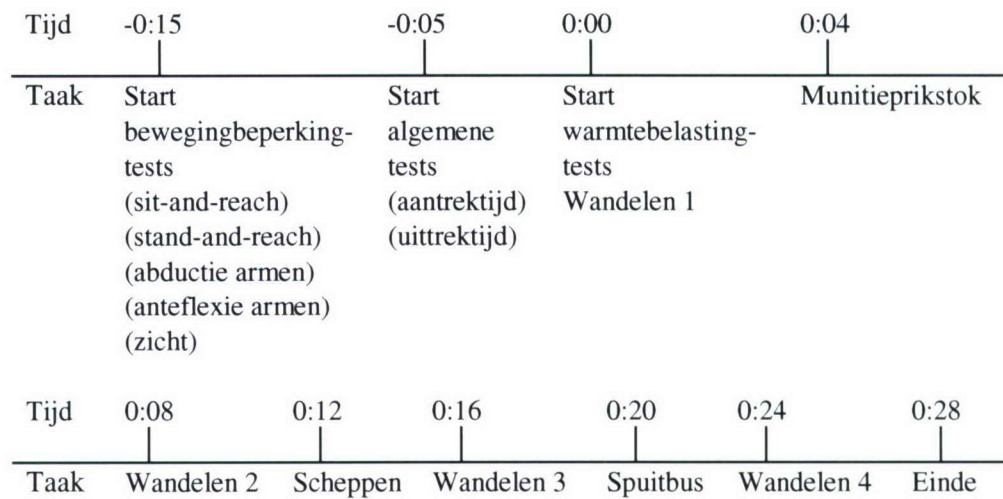
2.7 Kleding

Het geteste lichte bommenpak is het type Lightweight Demining Ensemble (LDE) van Med-Eng. Onder het lichte bommenpak werd het basisgevechtstenu (GVT) gedragen. Voor een deel van de testonderdelen is het van belang om de resultaten van de lichte bommenpakken te kunnen vergelijken met resultaten van niet of nauwelijks belemmerende kleding. Daarom zijn de tests ook uitgevoerd met alleen het GVT. Bij het dragen van het lichte bommenpak werd ook de helm met vizier gedragen. De proefpersonen droegen bij beide kledingcombinaties geen gevechtstenu laarzen, maar hun eigen sportschoenen. Het gemiddelde gewicht van het bommenpak (maat L) met vizier en helm was 20 kg. Het GVT woog gemiddeld 1,5 kg. Om volgorde effecten te voorkomen heeft de helft van de proefpersonen de tests eerst uitgevoerd met het bommenpak en daarna met het basisgevechtstenu. De andere helft heeft de tests eerst uitgevoerd met het basisgevechtstenu en daarna met het bommenpak.

2.8 Protocol

Het uitvoeren van de tests met één kledingcombinatie duurde ongeveer 45 minuten. De proefpersonen begonnen met de bewegingbeperkingtests in een ruimte van ongeveer 22 °C. Dit duurde ongeveer 15 minuten. Daarna werden de gesimuleerde werktaken uitgevoerd in de klimaatkamer van 42 °C. De taken werden in de volgende volgorde uitgevoerd: wandelen, prikken met een munitieprikstok, wandelen, scheppen met een schepje, wandelen, markeren van een explosief met een spuitbus, wandelen. Iedere taak werd 4 minuten uitgevoerd, waardoor de totale tijd voor de gesimuleerde werktaken 28 minuten was. Aan het einde van de tests werd de proefpersonen gevraagd de vragenlijst in te vullen. In onderstaande tijdsbalk staat het gevolgde protocol schematisch weergegeven.

Tijdsbalk: Schematische tijdsweergave van het protocol.



2.9 Analyses

De data is geanalyseerd met het softwarepakket Statistica 7.1 en is getoetst met een ANOVA voor herhaalde metingen. Wanneer significanties werden gevonden werd met behulp van een Tuckey HSD post hoc analyse gekeken welke condities van elkaar verschilden (bijvoorbeeld bij significante verschillen tussen de wandelcondities). Statistische significantie werd geaccepteerd bij $p < 0,05$. Er is getoetst op verschillen tussen en binnen de twee kledingcombinaties.

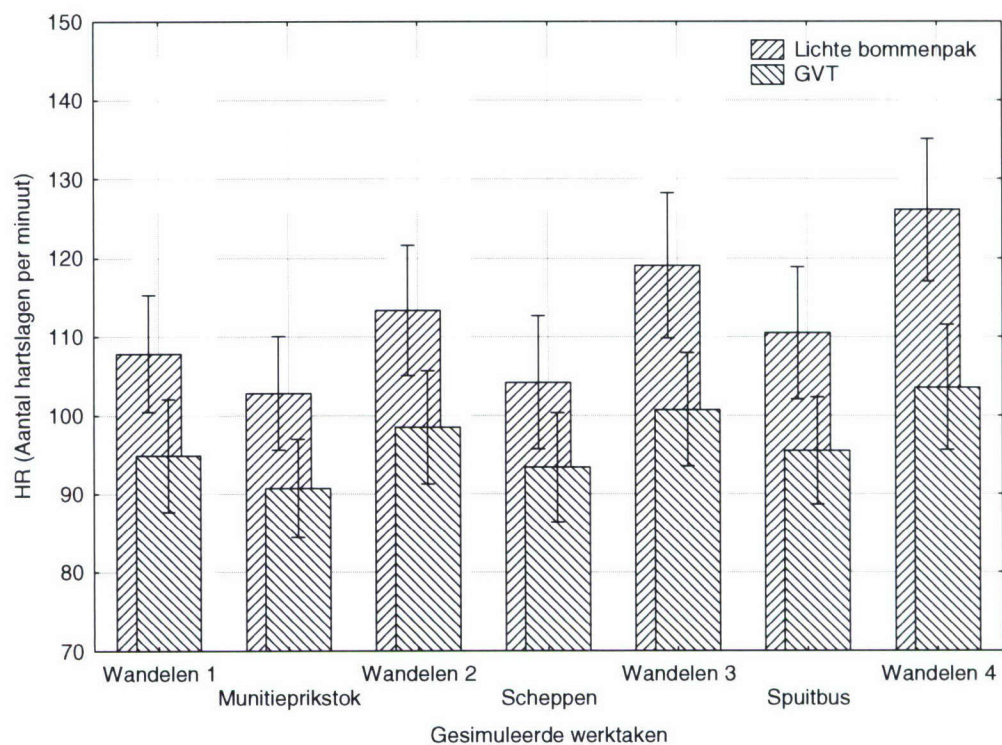
3 Resultaten

3.1 Gesimuleerde werktaken

3.1.1 Hartslagfrequentie

Voor iedere taak zijn de verschillen in hartslagfrequentie (HR) tussen de twee kledingcombinaties bepaald en de hartslagfrequentie is bij alle taken bij het dragen van het lichte bommenpak significant hoger dan bij het dragen van het GVT.

In figuur 9 staan de gemiddelde hartslagfrequenties weergegeven. De HR is tijdens het dragen van het lichte bommenpak gemiddeld 15 hartslagen per minuut hoger dan tijdens het dragen van het GVT. In de grafiek is het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven. De HR zal met 95% zekerheid binnen dit gebied vallen. In tabel 1 staan de p-waarden van de significante verschillen voor de HR weergegeven samen met de verschillen in hartslagfrequenties.



Figuur 9 Gemiddelde hartslagfrequentie per minuut (HR) voor de verschillende gesimuleerde werktaken tijdens het dragen van het lichte bommenpak en het GVT. De hoogte van de balk geeft de gemiddelde HR aan voor een werктаak. De verticale lijnen geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer.

Tabel 1 De p-waarden van de significante verschillen voor HR tussen het lichte bommenpak en het GVT en de verschillen in HR.

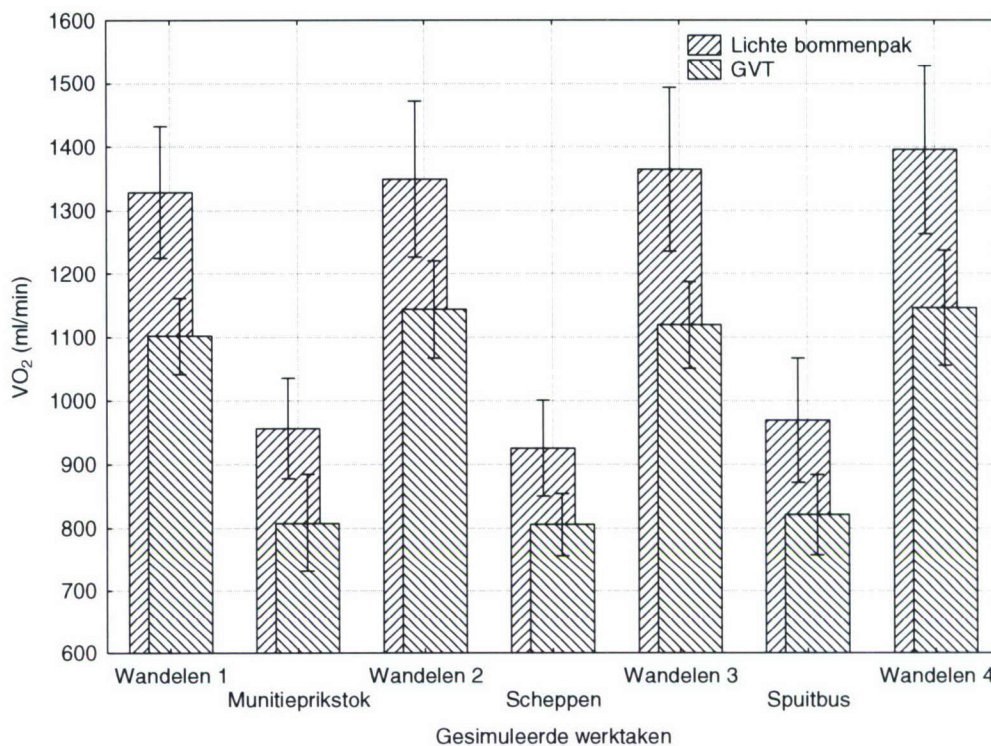
	p-waarde (lichte bommenpak versus GVT)	Verskil in HR ten opzichte van lichte bommenpak	
		Aantal per minuut	Percentage
Eerste wandeltaak	0.0002	13	12%
Tweede wandeltaak	0.0002	15	13%
Derde wandeltaak	0.0002	18	15%
Vierde wandeltaak	0.0002	23	18%
Munitiepriekstok	0.0002	12	12%
Scheppen	0.0005	11	10%
Spuitbus	0.0002	15	14%

Als de taken met elkaar worden vergeleken per kledingcombinatie dan zijn er veel significante verschillen tussen de taken voor zowel het lichte bommenpak als het GVT. De p-waarden van de significante verschillen voor het lichte bommenpak variëren tussen 0.00003 en 0.02 en voor het GVT tussen 0.00003 en 0.04.

3.1.2 Zuurstofopname

Het dragen van het lichte bommenpak geeft voor alle taken significant hogere zuurstofopnames dan het dragen van het GVT. De gemiddelde zuurstofopname ligt gemiddeld 230 milliliter per minuut hoger tijdens het wandelen in het lichte bommenpak. Dit betekent een hogere warmteproductie van 75 Watt. Tijdens de overige werktaken ligt de zuurstofopname gemiddeld 140 ml/min hoger bij het lichte bommenpak, dat een hogere warmteproductie van 45 Watt geeft.

In figuur 10 zijn de gemiddelde zuurstofopnames voor de verschillende gesimuleerde werktaken weergegeven voor het lichte bommenpak en voor het GVT. In de grafiek is het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven. De zuurstofopname zal met 95% zekerheid binnen dit gebied vallen. In tabel 2 staan de p-waarden van de significante verschillen samen met de verschillen in zuurstofopname.



Figuur 10 Gemiddelde zuurstofopname (VO_2) per minuut voor de verschillende gesimuleerde werktaken voor het lichte bommenpak en het GVT. De hoogte van de balk geeft de gemiddelde zuurstofopname aan voor een werktaken. De verticale lijnen geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer.

Tabel 2 De p-waarden van de significante verschillen voor zuurstofopname tussen het lichte bommenpak en het GVT en de verschillen in VO_2 .

	p-waarde (lichte bommenpak versus GVT)	Verschil in VO_2 ten opzichte van lichte bommenpak	
		Aantal ml. per minuut	Percentage
Eerste wandeltaak	0.0002	227	17%
Tweede wandeltaak	0.001	206	15%
Derde wandeltaak	0.0002	245	18%
Vierde wandeltaak	0.0002	249	18%
Munitiepriekstok	0.0003	149	16%
Scheppen	0.006	119	13%
Spuitbus	0.001	148	15%

Als de wandeltaken met elkaar worden vergeleken per kledingcombinatie dan zijn er geen significante verschillen tussen de wandeltaken. De warmteproductie tijdens het wandelen met het lichte bommenpak is 442 Watt en met het GVT 367 Watt. En als de overige werktaken (munitiepriekstok, scheppen en spuitbus) met elkaar worden vergeleken per kledingcombinatie dan zijn er ook geen significante verschillen. De warmteproductie bij de overige werktaken met het lichte bommenpak is 309 Watt en met het GVT 264 Watt.

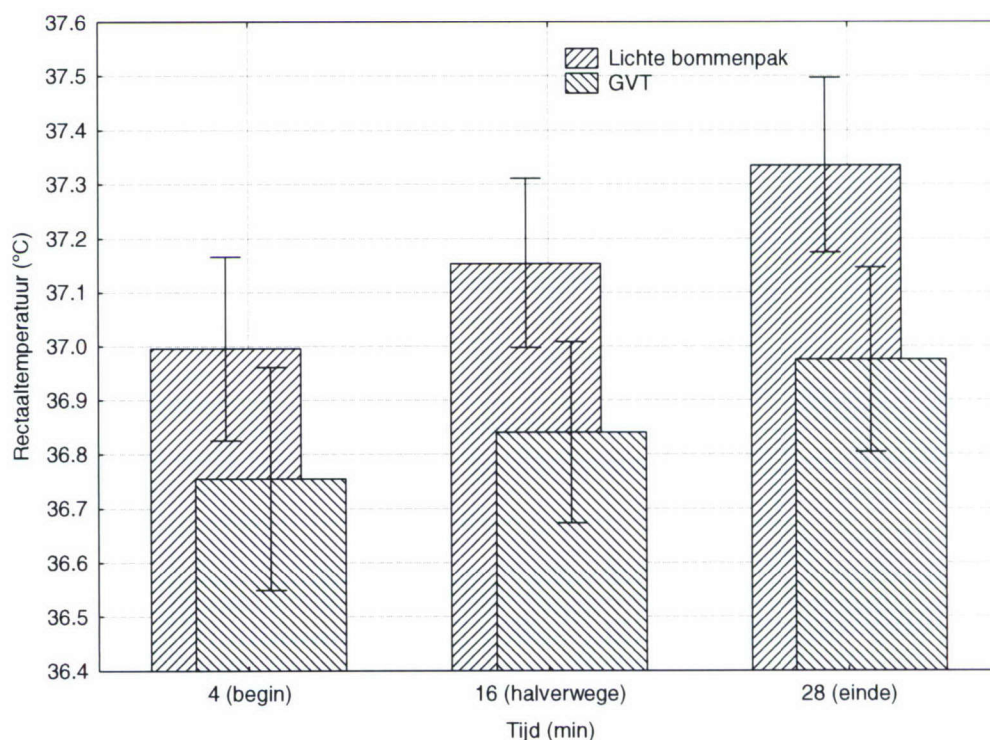
Er zijn wel significante verschillen gevonden per kledingcombinatie tussen de wandeltaken en de overige werktaken, waarbij de zuurstofopname voor de wandeltaken

hoger is. De zuurstofopname is gemiddeld 410 milliliter per minuut hoger bij het lichte bommenpak en gemiddeld 316 milliliter per minuut hoger bij het GVT.

De p-waarden zijn 0.00003.

3.1.3 Rectaaltemperatuur

De rectaaltemperatuur is bij het dragen van het lichte bommenpak op ieder tijdstip significant hoger dan bij het dragen van het GVT. Aan het begin van de tests is de rectaaltemperatuur bij het lichte bommenpak 0,24 °C hoger, halverwege de tests is de rectaaltemperatuur 0,31 °C hoger en aan het einde is de rectaaltemperatuur 0,36 °C hoger. Als de stijging van de rectaaltemperatuur tussen 4 minuten en 28 minuten wordt bekeken dan stijgen de kerntemperaturen significant voor beide kledingcombinaties ($p < 0.0001$ voor het lichte bommenpak en $p < 0.0002$ voor het GVT). De stijging in rectaaltemperatuur is voor het lichte bommenpak 0,34 °C en voor het GVT 0,22 °C. In figuur 11 zijn voor drie tijdstippen de kerntemperaturen weergegeven. In de grafiek is het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven. De rectaaltemperatuur zal met 95% zekerheid binnen dit gebied vallen.



Figuur 11 Gemiddelde rectaaltemperatuur voor het bommenpak en het GVT voor drie tijdstippen. De hoogte van de balk geeft de gemiddelde rectaaltemperatuur aan. De verticale lijnen geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer.

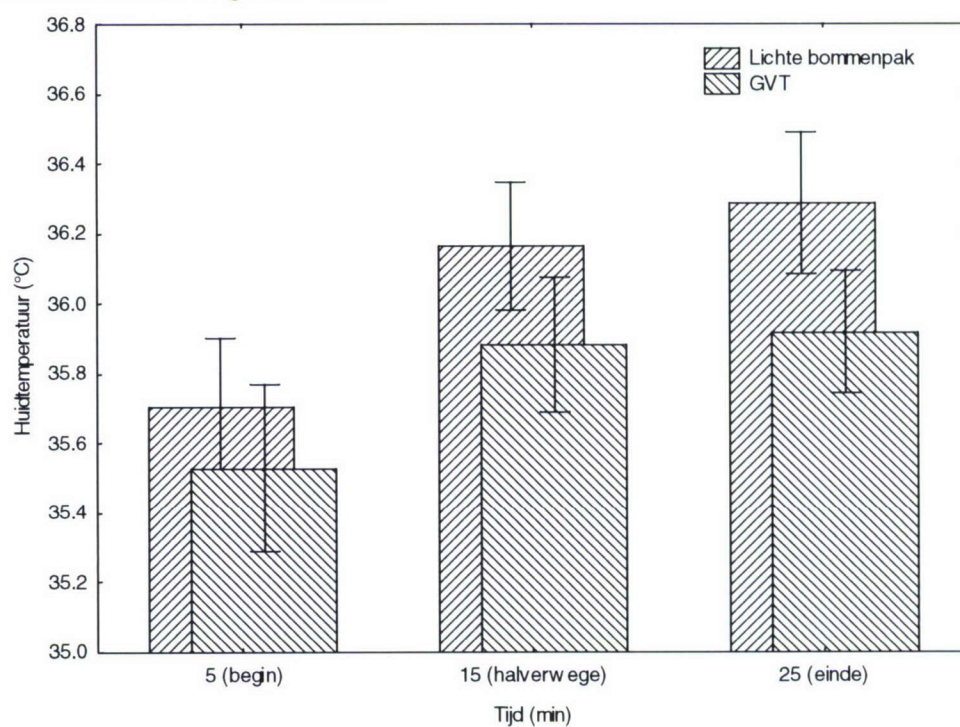
In tabel 3 staan de p-waarden van de significante verschillen voor de drie tijdstippen.

Tabel 3 De p-waarden van de significante verschillen voor rectaaltemperatuur tussen het lichte bommenpak en het GVT voor de drie tijdstippen.

	p-waarde (lichte bommenpak versus GVT)
4 min. (begin)	0.002
16 min. (halverwege)	0.0002
28 min. (einde)	0.0002

3.1.4 Huidtemperatuur

De gemiddelde huidtemperatuur is aan het begin van de test niet significant verschillend tussen het lichte bommenpak en het GVT. Halverwege de test en aan het einde geeft het lichte bommenpak een significant hogere huidtemperatuur (resp. 0,28 en 0,37 °C hoger) dan het GVT. De stijging van de huidtemperatuur tussen 5 en 25 minuten is voor beide kledingcombinaties significant ($p < 0.0001$ voor het lichte bommenpak en $p < 0.0002$ voor het GVT). De gemiddelde huidtemperatuur stijgt 0,59 °C bij het lichte bommenpak en 0,39 °C bij het GVT. De warmteopslag is bij het lichte bommenpak 66 Watt en bij het GVT 43 Watt. In figuur 12 staat de gemiddelde huidtemperatuur voor de twee kledingcombinaties weergegeven voor drie tijdstippen. In de grafiek is het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven. De gemiddelde huidtemperatuur zal met 95% zekerheid binnen dit gebied vallen.



Figuur 12 Gemiddelde huidtemperatuur voor het bommenpak en het GVT voor drie tijdstippen. De hoogte van de balk geeft de gemiddelde huidtemperatuur aan. De verticale lijnen geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer.

De p-waarden van de significante verschillen voor de twee tijdstippen staan in tabel 4.

Tabel 4 De p-waarden van de significante verschillen voor de gemiddelde huidtemperatuur tussen het lichte bommenpak en het GVT voor de twee tijdstippen.

	p-waarde (lichte bommenpak versus GVT)
15 min. (halverwege)	0.01
25 min. (einde)	0.002

3.2 Bewegingbeperkingstests

3.2.1 *Sit-and-reach test*

Tussen het lichte bommenpak en het GVT zijn significante verschillen gevonden bij de sit-and-reach test ($p < 0.0001$). De vingers kunnen niet voorbij de tenen worden gereikt en komen tijdens het dragen van het lichte bommenpak tot gemiddeld 19,5 cm voor de tenen. De afstand voor het lichte bommenpak lag tussen 1 cm achter de tenen en 30 cm voor de tenen. Met het GVT kunnen de vingers 8,3 cm verder worden gereikt en komen gemiddeld tot 11,2 cm voor de tenen. De afstand voor het GVT lag tussen 6 cm achter de tenen en 28 cm voor de tenen.

3.2.2 *Stand-and-reach test*

Ook de stand-and-reach test geeft een significant verschil tussen het lichte bommenpak en het GVT ($p < 0.0001$). De vingers kunnen gemiddeld 73,2 cm vanaf de tafelrand worden gereikt met het lichte bommenpak en gemiddeld 91,4 cm met het GVT. Met het bommenpak kan dus 18,2 cm minder ver worden gereikt. De reikafstanden liggen met het lichte bommenpak tussen 52 cm en 98 cm en met het GVT tussen 60 cm en 116 cm.

3.2.3 *Abductie en anteflexie test*

Voor de abductie en de anteflexie test zijn geen gemiddelden berekend, maar is het aantal proefpersonen geteld dat de armen niet tot boven het hoofd kon strekken. Bij de abductie test met het lichte bommenpak konden 20 proefpersonen de armen niet boven het hoofd gestrekt krijgen. De armen konden 10 tot 60 graden minder ver worden gebogen. Tijdens het dragen van het lichte bommenpak konden 16 proefpersonen bij de anteflexie test de armen niet gestrekt boven het hoofd krijgen. De armen konden 10 tot 60 graden minder ver worden gebogen. Het GVT geeft geen beperkingen bij het buigen van de armen. Zowel bij de abductie test als bij de anteflexie test konden de armen door alle proefpersonen tot boven het hoofd worden gebracht.

3.2.4 *Zicht test*

Er is een significant verschil gevonden tussen het lichte bommenpak en het GVT bij de zicht test ($p < 0.0001$). Met het lichte bommenpak kan vanaf de hak na 58,2 cm alles worden waargenomen. Met het GVT is dit vanaf 29,0 cm.

3.3 Algemene test

3.3.1 *Aan- en uittrektijd*

De aan- en uittrektijden zijn alleen gemeten voor het lichte bommenpak. Het duurde gemiddeld 158 seconden (2 minuten en 38 seconden) om het pak met hulp van de proefleider aan te trekken. De aantrektijden lagen tussen de 133 seconden en de 203 seconden.

Het uittrekken duurde gemiddeld 81 seconden (1 minuut en 21 seconden). De snelste uittrektijd was 69 seconden en de langzaamste uittrektijd was 118 seconden.

3.3.2 *Vragenlijst*

Door bijna alle proefpersonen wordt ongemak ervaren in de nek en de schouders als het lichte bommenpak wordt gedragen. De score ligt rond 'tamelijk veel last' in de nek en 'enige last' op de schouders. Verder wordt er bij het dragen van het lichte bommenpak geen ongemak ervaren.

Niemand geeft aan ongemak te ervaren tijdens het dragen van het GVT.

4 Discussie

Na de tweede serie tests (Kistemaker, 2007) zijn de definitieve ergonomie- en warmtebelastingtests bepaald. Het gaat om de volgende tests om de bewegingsbeperking te meten:

- sit-and-reach;
- stand-and-reach;
- abductie van de armen;
- anteflexie van de armen;
- beperking van het zicht, en
- aan- en uittrektijd.

En het gaat om de volgende tests om de warmtebelasting te meten:

- simuleren van wandelen;
- simuleren van het prikken met een munitieprikstok;
- simuleren van het markeren van een explosief met een spuitbus, en
- simuleren van het wegscheppen van de grond.

In paragraaf 2.1, 2.2 en 2.3 van dit rapport wordt de wijze van uitvoeren van de definitieve ergonomie- en warmtebelastingtests beschreven. In paragraaf 2.4 staat beschreven welke metingen worden verricht tijdens de warmtebelastingtests en hoe daaruit de warmtebelasting wordt berekend. Het gaat om de volgende metingen:

- vier huidtemperaturen (nek, rechter schouderblad, rechter scheenbeen, linker hand);
- rectaaltemperatuur;
- hartslagfrequentie, en
- zuurstofopname.

In paragraaf 2.8 staat het protocol beschreven volgens welke de tests moeten worden uitgevoerd. De tests zouden door 8 proefpersonen moeten worden uitgevoerd.

Omdat deze tests niet zijn uitgevoerd met andere lichtgewicht bommenpakken is het niet duidelijk of een betere waarde per test haalbaar is. Daarom is het beter om de resultaten als minimale eis te gebruiken bij toekomstige aanschaf van lichtgewicht bommenpakken. Als meer ervaring met deze tests is opgedaan met verschillende lichtgewicht bommenpakken zou in de toekomst voor sommige testonderdelen een hogere eis gesteld kunnen worden.

De resultaten van het huidige lichtgewicht bommenpak zullen als referentiewaarden worden gebruikt voor de eisen en wensen die aan toekomstige aan te schaffen lichtgewicht bommenpakken kunnen worden gesteld.

4.1 Eisen en wensen bewegingsbeperking

De resultaten van deze derde serie tests geven gelijke resultaten voor wat betreft de bewegingsbeperkingtests aan die van de eerste en de tweede serie. In tabel 5 zijn in de eerste kolom de resultaten van de sit-and-reach, de stand-and-reach en de zichtbeperking van alle series samengenomen en gemiddeld. In de tweede en derde kolom staan de minimale en maximale waarden waarbinnen met 95% zekerheid de resultaten zullen vallen. In de laatste kolom staat het procentuele verschil met het GVT.

Tabel 5 Resultaten gemiddeld over alle drie series uitgevoerde sit-and-reach, stand-and-reach en zichtbeperking tests voor het lichte bommenpak.

	Gemiddelde (cm)	-95% (cm)	+95% (cm)	Percentage verschil met het GVT
Sit-and-reach	18,9 (voor de tenen)	21,4 (voor de tenen)	16,3 (voor de tenen)	49% minder ver reiken
Stand-and-reach	72,1	68,2	76,1	25% minder ver reiken
Zichtbeperking	60,8	56,0	65,7	53% minder dichtbij waarnemen

Bij toekomstige aanschaf van nieuwe lichte bommenpakken kunnen de waarden van het 95% zekerheidsinterval als eis worden genomen en het gemiddelde als een wens voor de desbetreffende test. Afhankelijk van de uitgevoerde test moet de minimale of maximale waarde van het 95% zekerheidsinterval worden genomen. Voor de sit-and-reach test en voor de stand-and-reach test moet de minimale waarde als minimale gemiddelde afstand worden geëist. Voor de zichtbeperking moet de maximale waarde als maximale gemiddelde afstand worden geëist.

Voor de abductie en anteflexie test zijn geen gemiddelden berekend, maar is het aantal proefpersonen van de drie series geteld dat de armen niet boven het hoofd kon strekken en is de maximale hoek die men minder ver kon buigen bepaald. In tabel 6 staat voor de abductie en anteflexie test het percentage proefpersonen dat de armen niet gestrekt omhoog kon krijgen en de maximale hoek ten opzichte van volledig gestrekte armen die voor alle proefpersonen haalbaar was.

Tabel 6 Resultaten gemiddeld over alle drie series uitgevoerde abductie en anteflexie tests voor het lichte bommenpak.

	Gemiddelde percentage proefpersonen dat de armen niet volledig boven het hoofd kan strekken	Maximale afwijking hoek ten opzichte van volledig omhoog gestrekte armen
Abductie armen	76%	60 graden
Anteflexie armen	55%	60 graden

Als minimale eis bij een toekomstige aanschaf van nieuwe lichte bommenpakken kunnen de resultaten uit tabel 6 worden gebruikt, waarbij de waarden van de hoekafwijking als maximale afwijkingen moet worden gesteld. Als de tests bij aanschaftrajecten worden uitgevoerd zal dat waarschijnlijk door acht proefpersonen worden gedaan, omdat dit aantal voldoende is om de meeste bewegingbeperkingtests en de warmtebelasting betrouwbaar te bepalen. Bij een zo laag aantal proefpersonen heeft het wel of niet volledig kunnen strekken van de armen grote invloed op het gemiddelde percentage dat de armen volledig gestrekt boven het hoofd kan krijgen. Daarom zouden de waarden van het gemiddelde percentage als minimale wens kunnen worden gebruikt, waarbij het percentage als maximum moet worden gewenst. Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat de proefpersonen de armen volledig moeten kunnen strekken met het GVT. Als dat niet het geval is kan het betekenen dat een proefpersoon sowieso een beperking heeft in het volledig strekken van de armen.

Het meten van de aan- en uittrektijden is bedoeld als indicatie. De pakken worden gewoonlijk met hulp van een collega aangetrokken. Bij het meten van de aan- en uittrekken tijdens de tests zijn de naïeve proefpersonen geholpen door TNO proefleiders. De mineurs zullen dit waarschijnlijk sneller kunnen. Het is hierdoor niet mogelijk om

de aan- en uittrektijden in eisen om te zetten. Wel kunnen de tijden als wens worden opgenomen, waarbij de gemeten tijden als maximale tijd kunnen worden gewenst. De gemiddelde aan- en uittrektijden van de drie series samen staan in tabel 7.

Tabel 7 Resultaten gemiddeld over alle drie series van de aan- en uittrektijden voor het lichte bommenpak.

Gemiddelde tijd die nodig is om het lichte bommenpak aan te trekken	Gemiddelde tijd die nodig is om het lichte bommenpak uit te trekken
2 minuten en 47 seconden	1 minuut en 22 seconden

4.2 Eisen en wensen warmteopslag

De resultaten van de warmtebelastingtests kunnen niet worden meegenomen van alle drie series. In de eerste serie zijn geen warmtebelastingtests uitgevoerd. De resultaten van de tweede serie tests gaven aanleiding tot het aanpassen van het klimaat voor de derde serie tests, omdat er nauwelijks warmtebelasting optrad. Op basis van de resultaten van de derde serie zullen de eisen en wensen worden gesteld.

De hartslagfrequentie wordt niet als factor meegenomen voor de berekening van de warmteopslag, maar is wel een belangrijke factor om de mate van geleverde inspanning vast te leggen. Bij toekomstige aanschaf van nieuwe lichte bommenpakken kan het verschil in HR, aan het einde van de 28 minuten durende test, tussen het lichte bommenpak en het GVT worden meegenomen bij de eisen en wensen. Het procentuele verschil kan als eis worden meegenomen en het verschil in aantal hartslagen per minuut als wens. De verschillen moeten als maximale verschillen worden gesteld. In tabel 8 is het verschil van de hartslagfrequentie aan het einde van de test weergegeven in aantal hartslagen per minuut en in percentage.

Tabel 8 Verschillen in HR aan het einde van de 28 minuten durende test tussen het lichte bommenpak en het GVT.

Verskil hartslagfrequentie (aantal hartslagen per minuut)	Verskil hartslagfrequentie (percentage)
23	18%

De warmteopslag is berekend tussen 4 minuten na de start van de warmtebelastingtests tot 28 minuten na de start. Door de warmteopslag stijgt de kerntemperatuur. Omdat de warmteopslag kan leiden tot een te hoge kerntemperatuur moet naast de eisen voor warmteopslag ook eisen voor de kerntemperatuur worden gesteld. In de norm ISO 9886 (2004) worden eisen gesteld aan de maximale kerntemperatuur bij het uitvoeren van fysiologische warmtebelasting metingen. Daarin wordt gesteld dat de kerntemperatuur niet boven de 38 °C mag stijgen als er tijdens de metingen onder andere geen arts aanwezig is en als er geen meting van bepaalde fysiologische gegevens plaatsvindt. Bij het uitvoeren van de warmtebelastingtests van de lichte bommenpakken in de klimaatkamers zijn deze maatregelen eenvoudig te treffen, maar bij het werken met het lichte bommenpak in het veld worden de gebruikers niet fysiologisch gecontroleerd. Ook is in de literatuur beschreven dat bij kerntemperaturen boven de 38 °C de cognitieve prestatie afneemt (Johnson & Kobrick, 2002). Aangezien een continue fysiologische controle niet plaats vindt en een afname in cognitieve prestatie een levensbedreigende situatie kan opleveren is het van belang te streven naar een kerntemperatuur onder de 38 °C. Tijdens de uitgevoerde warmtebelastingtests is de gemiddelde rectaaltemperatuur veel lager dan 38 °C geëindigd. De normale kerntemperatuur bevindt zich binnen een bereik

van 36,8 °C en 37,7 °C (Mackowiak e.a., 1992). Aan het einde van de tests valt de gemiddelde rectaaltemperatuur binnen dit bereik, waardoor de eindtemperatuur niet in de wensen en eisen kan worden opgenomen. Wat wel kan worden opgenomen is de stijging tussen 4 en 28 minuten van het warmtebelasting protocol. Het resultaat van de stijging van de rectaaltemperatuur zou als wens kunnen worden opgenomen. In tabel 9 staan de resultaten van de warmteopslag en de rectaaltemperatuur aan het einde van de tests weergegeven. Voor de volledigheid staat ook de maximale rectaaltemperatuur vermeld die volgens de norm ISO 9886 tijdens de tests gemeten mag worden.

Tabel 9 Resultaten van de warmteopslag en de rectaaltemperatuur aan het einde van de warmtebelastingtests van het lichte bommenpak. Tevens is de maximale rectaaltemperatuur volgens de norm ISO 9886 vermeld.

Warmteopslag (Watt)	Rectaaltemperatuur stijging aan het einde van de tests (°C)	Maximale rectaaltemperatuur volgens ISO 9886 (°C)
66	0,34	38

Bij toekomstige aanschaf van nieuwe lichte bommenpakken kunnen de resultaten van de tests worden gebruikt voor eisen aan warmteopslag en wensen voor rectaaltemperatuur. Bij de rectaaltemperatuur moet als extra eis worden gesteld dat gedurende de test de rectaaltemperatuur niet boven de 38 °C mag uitkomen als harde medische grens. De waarden uit tabel 9 moeten als maximale waarden worden gesteld.

5 Conclusies en aanbevelingen

Bij toekomstige aanbestedingstrajecten voor aanschaf van lichtgewicht bommenpakken kunnen eisen en wensen ten aanzien van ergonomie en warmtebelasting worden opgenomen.

Het meten van de ergonomie en warmtebelasting van een lichtgewicht bommenpak zou volgens het volgende protocol moeten worden uitgevoerd:

- alle tests worden uitgevoerd door minimaal 8 mannelijke proefpersonen;
- alle tests worden uitgevoerd met het te testen lichtgewicht bommenpak en met het basisgevechtstenue;
- gestart wordt met het uitvoeren van de bewegingbeperkingtests in een neutraal klimaat van ongeveer 22 °C;
- daarna worden de gesimuleerde werkzaamheden uitgevoerd in een gecontroleerd klimaat van 42 °C en een luchtvochtigheid van 30%, waarbij de fysiologische gegevens worden gemeten.

Aanbevolen wordt om de volgende eisen en wensen uit tabel 10 op te nemen in een volgend aanschaftraject van lichtgewicht bommenpakken.

Tabel 10 Aanbevolen eisen en wensen bij de aanschaf van lichtgewicht bommenpakken.

Test	Eis	Wens
Sit-and-reach	minimaal 21,4 cm	minimaal 18,9 cm
Stand-and-reach	minimaal 68,2 cm	minimaal 72,1 cm
Beperking van het zicht	maximaal 65,7 cm	maximaal 60,8 cm
Abductie van de armen	maximaal 60 graden afwijking	maximaal 76% van de proefpersonen
Anteflexie van de armen	maximaal 60 graden afwijking	maximaal 55% van de proefpersonen
Aantrektijd	-	maximaal 2 minuten en 47 seconden
Uittrektijd	-	maximaal 1 minuut en 22 seconden
Hartslagfrequentie	maximaal 18% verschil	maximaal 23 hartslagen per minuut verschil
Rectaaltemperatuur	maximaal 38 °C	maximaal 0,34 °C stijging
Warmteopslag	maximaal 66 Watt	-

6 Referenties

- Garby, L. & A. Astrup (1987),
The relationship between the respiratory quotient and the energy equivalent of oxygen during simultaneous glucose and lipid oxidation and lipogenesis,
Acta Physiologica Scandinavica, 129: 443-444. ISO 9886, 2004,
Ergonomics - Evaluation of thermal strain by physiological measurements.
- Johnson, R.F & Kobrick, J.L. (2002),
Psychological aspects of military performance in hot environments,
Textbook of military medicine, Chapter 4, Natick, USA.
- Kistemaker, J.A. (2006),
Eerste serie ergonomietests lichtgewicht bommenpakken. TNO-DV3 2006 M069,
TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg.
- Kistemaker, J.A. (2007),
Tweede serie ergonomietests lichtgewicht bommenpakken. TNO-DV 2007 A521,
TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg.
- Mackowiak, P.A.; Wassermann, S.S. & Levine, M.M. (1992),
A critical appraisal of 98.6°F, the upper limit of normal body temperature, and other legacies of Carl Reinhold August Wunderlich,
Journal of the American Medical Association 268(2): 1578-1580.

7 Ondertekening

Soesterberg, mei 2008

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke extending to the right.

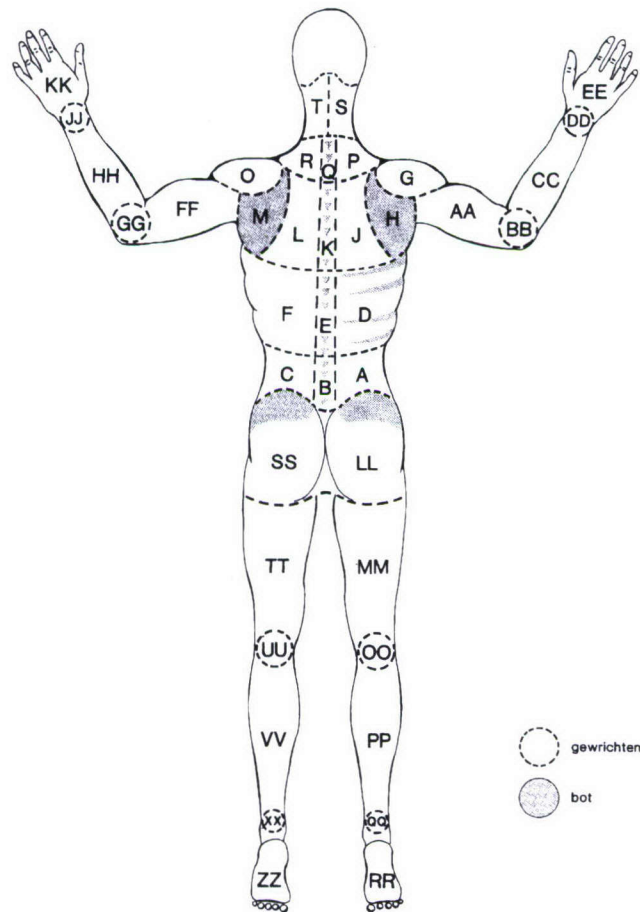
prof.dr. H.A.M. Daanen
Afdelingshoofd

TNO Defensie en Veiligheid

A handwritten signature in black ink, featuring a stylized 'J' and 'K' followed by a horizontal stroke.

ing. J.A. Kistemaker
Auteur / Projectleider

A LEO-schaal



Schaal voor mate van last.

- 0 = Geen enkele last.
- $\frac{1}{2}$ = Uitermate weinig last (net waarneembaar).
- 1 = Zeer weinig last.
- 2 = Enige last.
- 3 = Nogal wat last.
- 4 = Tamelijk veel last.
- 5 = Veel last.
- 6 =
- 7 = Zeer veel last.
- 8 =
- 9 =
- 10 = Uitermate veel last (maximaal).

ONGERUBRICEERD
REPORT DOCUMENTATION PAGE
(MOD-NL)

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL) TD2008-0073	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO -	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO TNO-DV 2008 A188
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO 013.14457	5. CONTRACT NO -	6. REPORT DATE May 2008
7. NUMBER OF PAGES 28 (incl 1 appendix, excl RDP & distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES 5	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE UK: Determination of ergonomic and thermal load tests and assessment of reference values with light weight bomb disposal suits NL: Bepaling referentiewaarden voor ergonomie en warmtebelasting van lichtgewicht bommenpakken		
11. AUTHOR(S) J.A. Kistemaker, BSc		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Defence, Security and Safety, P.O. Box 23, 3769 ZG Soesterberg , The Netherlands Kampweg 5, 3769 ZG Soesterberg, The Netherlands		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Dutch Ministry of Defence, P.O. Box 20701, 2500 ES, The Hague		
14. SUPPLEMENTARY NOTES The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret.		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) A third series of tests were performed with light weight explosive ordnance disposal suits to get reference data about ergonomics and heat load. The results can be used for future tenders of light weight explosive ordnance disposal suits.		
16. DESCRIPTORS Ergonomics, Bomb disposal suit, Heat load		
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) Ongerubriceerd	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) Ongerubriceerd	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Unlimited Distribution		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) Ongerubriceerd

ONGERUBRICEERD

Distributielijst

Onderstaande instanties/personen ontvangen een volledig exemplaar van het rapport.

- | | |
|-------|--|
| 1 | DMO/SC-DR&D
standaard inclusief digitale versie bijgeleverd op cd-rom |
| 2/3 | DMO/DR&D/Kennistransfer |
| 4 | Projectbegeleider Defensie
Mindef/DMO/DWS&B/RLS&B/LBB/KPU-Bedrijf
drs. H. Jager |
| 5/7 | Bibliotheek KMA |
| 8/9 | TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,
Archief |
| 10/11 | TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,
Business Unit Human Factors
prof. dr. H.A.M. Daanen
ing. J.A. Kistemaker |

Onderstaande instanties/personen ontvangen het managementuittreksel en de distributielijst van het rapport.

- 4 ex. DMO/SC-DR&D
- 1 ex. DMO/ressort Zeesystemen
- 1 ex. DMO/ressort Landsystemen
- 1 ex. DMO/ressort Luchtsystemen
- 2 ex. BS/DS/DOBBP/SCOB
- 1 ex. MIVD/AAR/BMT
- 1 ex. Staf CZSK
- 1 ex. Staf CLAS
- 1 ex. Staf CLSK
- 1 ex. Staf KMar
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, Algemeen Directeur,
ir. P.A.O.G. Korting
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, Directie
Directeur Operaties, ir. C. Eberwijn
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, Directie
Directeur Kennis, prof. dr. P. Werkhoven
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, Directie
Directeur Markt, G.D. Klein Baltink
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag,
Manager Waarnemingssystemen (operaties), ir. B. Dunnebier
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag,
Manager Informatie en Operaties (operaties), ir. P. Schulein
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk,
Manager Bescherming, Munitie en Wapens (operaties), ir. P.J.M. Elands
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk,
Manager BC Bescherming (operaties), ir. R.J.A. Kersten
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,
Manager Human Factors (operaties), drs. H.J. Vink